

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Patentschrift
①0 DE 42 28 426 C 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 N 29/04
G 01 N 27/72
G 01 D 11/30

②1 Aktenzeichen: P 42 28 426.0-52
②2 Anmeldetag: 26. 8. 92
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 3. 94

DE 42 28 426 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

⑦4 Vertreter:

Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 14199 Berlin

⑦2 Erfinder:

Schneider, Heinz, Dr.-Ing., 4000 Düsseldorf, DE;
Graff, Alfred, Dipl.-Phys., 4300 Essen, DE; Wächter,
Michael, Dipl.-Phys. Dr., 4030 Ratingen, DE;
Pawelletz, Reinhard, Ing.(grad.), 4000 Düsseldorf, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 33 14 377 C2
DE 36 14 069 A1
DE 34 10 434 A1
DE 30 10 187 A1
DE 26 20 702 A1
US 44 66 287

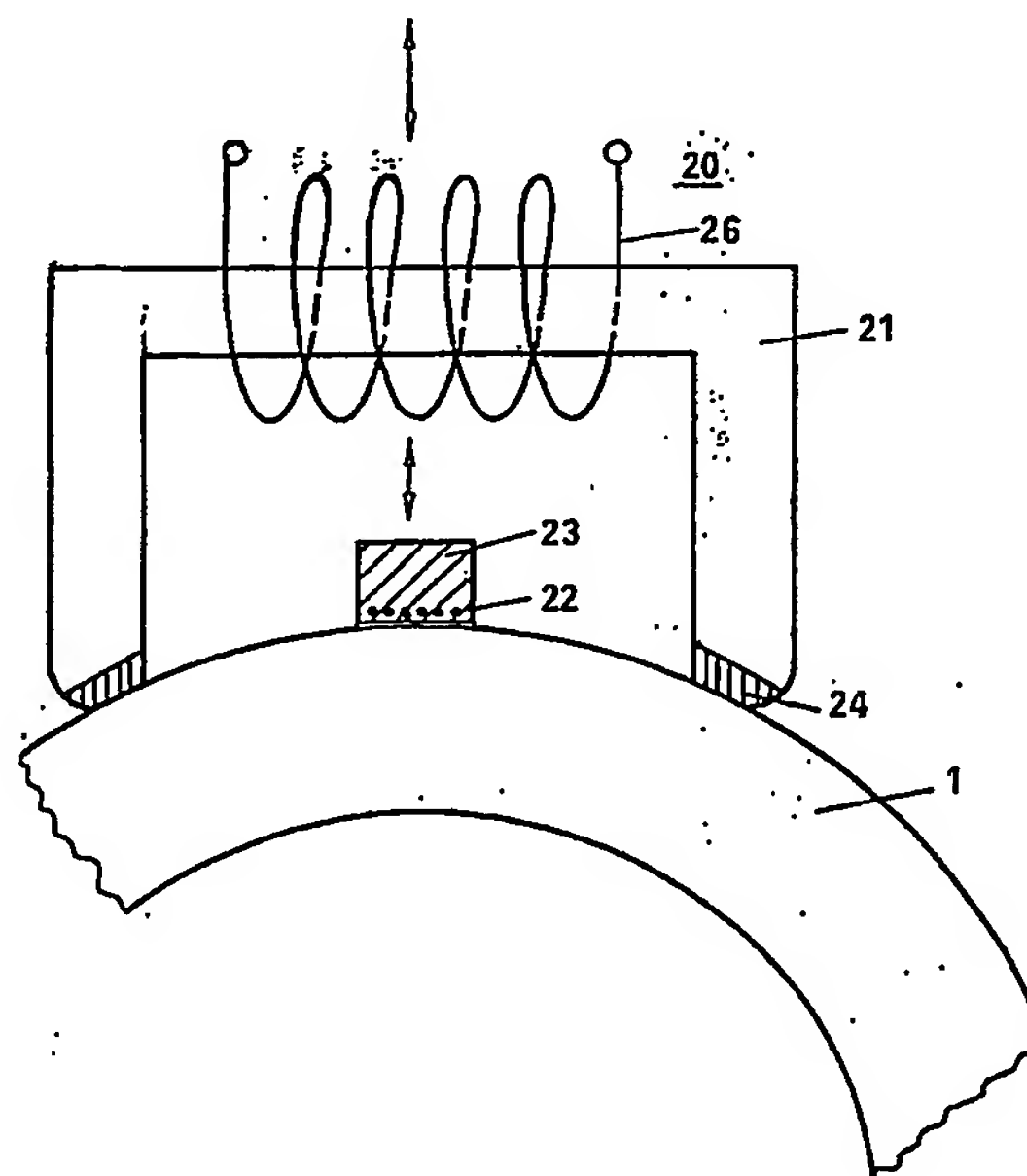
Patent Abstracts of Japan, Vol. 11, No. 395, 24.
Dezember 1987;

DE-Z.: Materialprüfung, Bd. 27, Oktober 1985, Nr. 10,
S. 310-311;

Patent Abstracts of Japan, Vol. 9, Nr. 253, 11.
Oktober 1985;

⑤4 Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung für elektrisch leitfähige Prüflinge nach dem Prinzip der Wechselfeldmagnetisierung, mit einem an die Prüflingoberfläche anzulegenden Prüfkopf, bestehend aus einem Elektromagnetsystem, über welches horizontal zur Prüflingoberfläche ein in den Prüfling einbringbares alternierendes Magnetfeld erzeugbar ist, und einer Wandlerspule zur Erzeugung und zum Empfang von Ultraschallwellen. Um eine solche elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung für den Einsatz insbesondere in der Rohrprüfung zu verbessern, so daß neben der Wanddickenprüfung auch eine zuverlässige Materialfehlererkennung vornehmbar ist, wird vorgeschlagen, daß die Ultraschallprüfeinrichtung nach dem Prinzip der horizontalen Wechselfeldmagnetisierung arbeitet und mit mindestens zwei Prüfköpfen (20, 30) ausgestattet ist, welche zur Prüfung weitgehend rotationssymmetrischer Prüflinge, vorzugsweise Rohres, während der Prüfung im Prüfling rotierend sind.



DE 42 28 426 C 1

DE 42 28 426 C1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach dem Prinzip der Wechselfeldmagnetisierung gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine solche elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung ist prinzipiell aus der US-Patentschrift 44 66 287 bekannt. Hierbei besteht der Prüfkopf aus einem Magneten, der hufeisenförmig mit den Polflächen an die Prüflingsoberfläche anlegbar ist. Die an den Polschuhen austretenden Magnetfeldlinien dringen in die Prüflingsoberfläche ein und bilden über den Prüfling einen Rückschluß. Der hufeisenförmige Magnet ist hierbei als Elektromagnet ausgebildet, bestehend aus einer Spule mit einem Magnetjoch, wobei das Magnetjoch die genannte Hufeisenform hat und mit den Polschuhen an der Prüflingsoberfläche anliegt. Das in die Prüflingsoberfläche bzw. in den Prüfling eingebrachte Magnetfeld ist bei Beaufschlagung der Spule mit Wechselspannung dann ebenfalls alternierend.

Dieses Prinzip wird in der elektrodynamischen Ultraschalltechnik als Wechselfeldmagnetisierung bezeichnet. Im Bereich zwischen den Polschuhen des Elektromagnetsystems ist eine Wandlerspule angeordnet, die sehr nahe an der Prüflingsoberfläche oder sogar auf der Prüflingsoberfläche selbst aufliegt. Über die Beaufschlagung der Wandlerspule mit hochfrequenten Sendepulsen ist nun in Wechselwirkung mit dem eingebrachten Magnetfeld Ultraschall in der Werkstückoberfläche elektrodynamisch erzeugbar. Die im oder am Prüfling angeordneten Ungängen reflektieren den Ultraschall, so daß die zurücklaufenden Ultraschallwellen an der Prüflingsoberfläche physikalisch wieder auskoppeln und ein über die Wandlerspule detektierbares elektrodynamisches Signal erzeugen. Das heißt, sowohl die Erzeugung als auch die Detektion von Ultraschallwellen geschieht auf elektrodynamischem Wege. Die Verwendung dieser an sich sehr vorteilhaften elektrodynamischen Ultraschallanregung ist bei der Rohrprüfung bisher weitestgehend auf die Wanddickenprüfung beschränkt.

Aus der DE 34 10 434 A1 ist eine elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung bekannt für elektrisch leitfähige, weitgehend rotationssymmetrische Prüflinge (wie Rohre), welche nach dem Prinzip der horizontalen Feldmagnetisierung arbeitet, mit an die Prüflingsoberfläche anzulegenden, um den Prüfling bewegbaren Prüfköpfen, bestehend aus einem Elektromagnetsystem, über welches horizontal zur Prüflingsoberfläche ein Magnetfeld erzeugbar ist, und aus einer Wandlerspule zur Erzeugung und zum Empfang von Ultraschallwellen.

Bislang ungelöst ist das Problem der Führung des Prüfkopfes. Bei der Erzeugung und Detektion von Ultraschallwellen nach dem Prinzip der Wechselfeldmagnetisierung ist es notwendig, daß das Magnetsystem sowie die Wandlerspule einen engen Kontakt zur Oberfläche des Prüflings während der Prüfung beibehalten.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach dem Prinzip der horizontalen Wechselfeldmagnetisierung für den Einsatz insbesondere in der Rohrprüfung, die neben der Wanddickenprüfung auch eine zuverlässige Materialfehlererkennung ermöglicht, in diesem Sinne zu verbessern.

Die gestellte Aufgabe wird bei der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, daß das Magnetsystem in vertikaler Richtung zur Prüflingsoberfläche abheb- bzw. absenkbar ist und die Wandlerspule unabhängig dazu

2

ebenfalls an vertikaler Richtung zur Prüflingsoberfläche abheb- oder absenkbar ist. Wandlerspule und Magnet sind also unabhängig voneinander bewegbar. Hierdurch ist gewährleistet, daß sowohl das Elektromagnetsystem als auch das Wandlersystem stets einen innigen Kontakt zur Prüflingsoberfläche haben.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen hierzu sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung ermöglicht die elektrodynamische Ultraschallprüfung nach dem Prinzip der horizontalen Wechselfeldmagnetisierung speziell mit einer rotierenden Prüfeinrichtung. In der Piezo-Ultraschalltechnik ist es zwar bekannt, die Prüfköpfe in einer um den Prüfling rotierenden Einrichtung anzuordnen; jedoch ist der Ankopplungs- bzw. Erzeugungsmechanismus des Ultraschalles ein vollkommen anderer. Es ist ebenfalls bekannt, rotierende Ultraschallprüfeinrichtungen mit statischer Vertikalmagnetisierung einzusetzen. Diese sind dann aber ausschließlich nur für die Wanddickenermittlung bekannt. Gegenüber rotierenden Ultraschallprüfeinrichtungen nach Piezo-Technik verzichtet die elektrodynamische Ultraschallprüfung grundsätzlich auf Koppelmittel. In der Piezo-Technik ist Ort der Erzeugung der Ultraschallwellen der Prüfkopf selbst, wobei über ein flüssiges oder pastöses Koppelmittel dann die Ultraschallwellen an den Prüfling anzukoppeln sind. Dagegen ist der Ort der Ultraschallwellenerzeugung bei der elektrodynamischen Ultraschallprüfung nicht der Prüfkopf, sondern die in der Nähe des Prüfkopfes liegende Prüflingsoberfläche.

Wesentlich ist bei der Erfindung, daß mindestens zwei Prüfköpfe während der Prüfung um den Prüfling rotierend sind. Das Problem hierbei ist nämlich, es möglich zu machen, während des Rotierens den Prüfling auf rißartige Materialfehler und nicht nur auf Wanddickenabweichungen zu untersuchen. Somit besteht die Erfindung in ihrer Gesamtheit daraus, die horizontale Wechselfeldmagnetisierung bei Verwendung von mindestens zwei Prüfköpfen einzusetzen, wobei die Prüfköpfe um den Prüfling während der Prüfung rotierend sind.

Bei der Erzeugung und Detektion von Ultraschallwellen nach dem Prinzip der Wechselfeldmagnetisierung ist es notwendig, daß das Magnetsystem sowie die Wandlerspule einen engen Kontakt zur Oberfläche des Prüflings während der Prüfung beizubehalten. Hierzu ist in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß das Joch des Elektromagnetsystems im Bereich nahe der an der Prüflingsoberfläche anliegenden Polschuhe mit Kufen versehen ist, die einen in weitgehend vertikaler Richtung bezüglich der Prüflingsoberfläche aufweisenden Bewegungs-Freiheitsgrad haben. Die Verbindung von Magnetjoch und Kufen ist jedoch derart, daß in jeder Stellung der Kufen zum übrigen Magnetjoch eine magnetisch leitende Verbindung gewährleistet ist. Die Trennung des Magnetjoches in einen feststehenden und einen die Vertikalbewegung zulassenden Kufenteil hat den Vorteil, daß hierdurch in vertikaler Richtung nur kleine Massen bewegt werden müssen. Durch die kleineren Massen wird eine entsprechend schneller reagierende mechanische Nachführung der Polschuhe an die ggfs. unebene Prüflingsoberfläche gewährleistet. Ein ungewolltes Abheben des Magnetjoches vom Prüfling — was bei der elektrodynamischen Ultraschallprüfung zu einem kurzzeitigen Ausfall der Prüfung führen würde — ist somit auch bei hoher Rotationsgeschwindigkeit verhindert.

Um generell eine gute Nachführung der Prüfköpfe während der Rotation auch bei unebener Oberfläche

BEST AVAILABLE COPY

DE 42 28 426 C1

3

des zu prüfenden Rohres zu gewährleisten, können in einer Ausgestaltungsmöglichkeit die Prüfköpfe durch Federelemente an die Prüflingoberfläche andrückbar sein. Die Federelemente können dabei mechanisch oder beispielsweise auch pneumatisch sein. Eine weitere Möglichkeit die hierbei vorgeschlagen ist, ist die Verwendung einer Wippe, die unter Ausnutzung der bei der Rotation der Prüfeinrichtung entstehenden Fliehkräfte die Prüfköpfe an die Oberfläche andrückt, derart, daß sich mit zunehmender Rotationsgeschwindigkeit die Andrückkräfte erhöhen. Eine solche Wippe arbeitet also nach Art einer Fliehkraftkupplung.

Um bei der Längsfehlerprüfung eine möglichst lückenlose Prüfung zu erreichen, sind in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung mehrere Wandler in einem Prüfkopf zu einem Prüflineal zusammengefaßt, wobei die einzelnen Wandler eines Prüfkopfes in Rohrlängsrichtung in einer Linie direkt hintereinander angeordnet sind. Dabei ist in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weiterhin vorgeschlagen, die einzelnen Prüflineale am Rohrumfang in einer gemeinsamen Rohrquerschnittsebene verteilt anzuordnen.

Bei der Translationsbewegung des Rohres in Verbindung mit der Rotation der Prüfeinrichtung erzeugt jeder Prüfkopf eine eigene auf dem Rohr verlaufende Prüfspirale.

Für den Fall, daß auch noch hierbei entstehende Empfindlichkeitsschwankungen überbrückt werden müssen, ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltungsweise vorgeschlagen, zwei Prüflinealelemente um eine halbe Einzelwandlerlänge zueinander versetzt anzuordnen. Jedes dieser beiden Prüflinealelemente befindet sich auf einem Wandlerträger. Die beiden Wandlerträger sind nun so zusammengefügt, daß sie die Konkavität des Rohraußenumfangs berücksichtigend, nebeneinander in gewinkelter Position angeordnet sind, so daß der gebildete Winkel in Berücksichtigung des konkaven Rohraußenumfangs einen stumpfen Winkel bildet. Die in den Wandlerträgern angeordneten Wandlerwindungen sind nach der oben benannten Weise jeweils hintereinander angeordnet. Insgesamt ist aber das eine Prüflinealelement zum anderen bezüglich deren Wandlerwindungen um eine halbe Wandlerwindungslänge versetzt.

Für die Längsfehlerprüfung sind zwei Prüflineale vorgesehen, die um 180 Grad zueinander am Rohraußenumfang liegen. Für die Querschnittsfehlerprüfung ist vorgesehen, vier um jeweils 90 Grad versetzte Prüflineale vorzusehen. Somit ist auch hier in geeigneter Weise die entstehende Prüfspirale durch die geometrische Anordnung der einzelnen Prüfköpfe berücksichtigt.

Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels dargestellt und im nachfolgenden näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 einen Prüfkopf (schematisch) bestehend aus einem Elektromagnet und einem Wandlerträger mit Wandlerwindung,

Fig. 2 einen Elektromagnet mit beweglichen Kufen,

Fig. 3 eine Prüfkopfanzordnung für die Längsfehlerprüfung,

Fig. 4 eine Prüfkopfanzordnung für die Querschnittsfehlerprüfung und

Fig. 5 eine Prüflinealanordnung zur Überbrückung von Empfindlichkeitsschwankungen.

Fig. 1 zeigt den Grundaufbau der einzelnen Prüfkopfelemente. Der Elektromagnet 21, 26 liegt mit entsprechend angeformten Polschuhen am Außenumfang des zu prüfenden Rohres 1 an. Innerhalb des Magnetjoches 21 ist ein Wandlerträger 23 mit Wandlerwindung 22 ange-

4

ordnet. Die Polschuhe des Elektromagneten sind hierbei ebenfalls mit Hartmetallverschleißsohlen 24 versehen, die den Verschleiß der Polschuhe mindern. Diese Verschleißsohlen 24 sind magnetisch leitend und müssen so dimensioniert sein, daß sie den durch den Elektromagneten erzeugten Magnetfluß möglichst verlustfrei in den Prüfling einbringen. Elektromagnet und Wandlerträger sind in der durch die dargestellten Pfeile angegebenen Weise bewegbar. Hierbei ist wesentlich, daß Wandlerträger 23 und Elektromagnet 21, 26 sich voneinander entkoppelt bewegen können. Des weiteren ist vorgesehen, hierbei nur den Freiheitsgrad in vertikaler Abhebrichtung von der Rohraußenoberfläche zuzulassen. Eine Seitenversetzbarkeit in horizontaler Richtung wird wegen der Rotation der Prüfeinrichtung überflüssig. Das heißt, durch die Rotation paßt sich die gesamte Prüfeinrichtung an mögliche Bewegungen des Rohres an. Durch die mechanische Entkopplung von Wandlerträger und Elektromagnet können sich diese unabhängig voneinander immer an die entsprechend individuelle Rohraußenform anlegen. Somit ist auch bei einer perfekten Rundheit des Rohres abweichenden Außenkontur immer eine günstige Anlage der einzelnen Elemente wie Elektromagnet und Wandler gewährleistet.

Fig. 2 zeigt die Aufteilung des Magnetjoches 21 in einen feststehenden und einen beweglichen Teil. Als beweglicher Teil sind hierbei im Polschuhbereich Kufen 25 vorgesehen, die in entsprechend dargestellter Weise ebenfalls in vertikaler Richtung bewegbar sind. Bei dem hier vorgesehenen zulässigen Hub der Kufen 25 muß beachtet werden, daß stets eine günstige magnetisch leitende Verbindung zwischen dem feststehenden Magnetjoch 21 und den Kufen 25 gewährleistet ist. Auch der Wandlerträger 23 ist hierbei, wie in der bereits in Fig. 1 dargestellten Weise vertikal entkoppelt zum Magnetjoch 21 und den Kufen 25 bewegbar. Die Aufteilung des Magnetjoches in einen feststehenden und in einen beweglichen Kufenteil hat den Vorteil, daß zur Nachführung der an dem Prüfling anliegenden Polschuhe nur eine geringe Masse, nämlich die der Kufen, bewegt werden muß. Dies wirkt sich besonders dann vorteilhaft aus, wenn die Prüfanordnung mit relativ hoher Rotationsgeschwindigkeit um das Rohr 1 bewegt wird. Durch die entsprechend kleineren Massen ist somit letztendlich gewährleistet, daß auch bei möglichen Unebenheiten stets eine magnetisch leitende Verbindung zwischen dem Elektromagneten und dem Prüfling hergestellt ist. Auch hierbei sind die eigentlichen Polflächen der Kufen 25 mit Verschleißsohlen 24 aus Hartmetall versehen, die in der angegebenen Weise abgeschrägt sind.

Fig. 3 zeigt grob die Anordnung der Wandlerwindungen 22 und Prüfköpfe 20 bzw. der Prüflineale 30 bei der Längsfehlerprüfung. Im Figurenteil 3a ist in Frontansicht zu erkennen, daß zwei Wandler bzw. Wandlerträger sich um 180 Grad am Außenumfang des zu prüfenden Rohres 1 gegenüberliegen. Im Figurenteil 3b ist in Seitenansicht zu erkennen, daß zur Längsfehlerprüfung die beiden Prüflineale in einer gemeinsamen Querschnittsebene angeordnet sind. Eine solche Wandlergeometrie berücksichtigt das Vorliegen einer Prüfspirale. Diese Prüfspirale setzt sich zusammen aus der Rotationsbewegung der Prüfeinrichtung um das Rohr und der Vorschubbewegung des zu prüfenden Rohres selbst. Des weiteren ist sowohl in Fig. 3a wie in Fig. 3b zu erkennen, daß die Drähte der Wandlerwindungen zur Längsfehlerprüfung weitestgehend parallel zur Rohrlängsachse verlaufen.

BEST AVAILABLE COPY

5

DE 42 28 426 C1

6

Fig. 4 zeigt die Wandleranordnung bei der Querfehlerprüfung. Hierbei sind in Frontansicht — Figurenteil 4a — vier Wandler vorgesehen die um 90 Grad zueinander versetzt am Rohraußenumfang verteilt angeordnet sind. Figurenteil 4b zeigt dann in Seitenansicht das auch bei der Querfehlerprüfung die Prüflineale in einer gemeinsamen Querschnittsebene angeordnet sind. Auch hierbei wird die entstehende Prüfspirale berücksichtigt. Die Fig. 4 und 3 stellen beide Prüfköpfe mit Prüflinealen dar. Das heißt, die Wandlerträger sind mit einer Mehrzahl von hintereinander angeordneten Wandlerwindungen versehen. Des weiteren ist hier sowohl in Fig. 4a wie auch in Fig. 4b zu erkennen, daß die Drähte der Wandlerwindung 22 zur Querfehlerprüfung weitgehend quer zur Rohrlängsachse verlaufen.

Fig. 5 zeigt im Figurenteil 5a die Wandleranordnung in Draufsicht. Hierbei sind zwei Prüflinealelemente 31, 32 zusammengefaßt. Jedes der Prüflinealelemente besteht aus vier Einzelwindungen 22, die hintereinander angeordnet sind. Die beiden Prüflinealelemente 31, 32 bzw. die Wandlerreihen sind dabei so zueinander angeordnet, daß sie um eine halbe Wandlerlänge zueinander versetzt angeordnet sind. Hiermit wird eine Überbrückung von Empfindlichkeitsschwankungen bewirkt. Der Wandlerträger ist entsprechend ausgestaltet, um die Einzelwandlerwindungen in der dargestellten Weise aufnehmen zu können. Figurenteil 5b zeigt dann die Frontansicht der Wandleranordnung in bezug auf das zu prüfende Rohr 1. Die beiden Prüflinealelemente 31, 32 sind hierbei um einen Winkel α zueinander angeordnet. Dieser Winkel α bildet in der dargestellten Weise einen stumpfen Winkel. Hierbei wird die Außenkontur, d. h. die Außenkonkavität des Rohres 1 berücksichtigt. Das heißt, die Außenkonkavität des Rohres wird nicht nachgebildet, sondern nur berücksichtigt. Die an der Rohroberfläche anliegenden Seiten der Wandlerträger sind eben, anstatt gekrümmt. Bei der Einbringung einer Konkavität in den Wandlerwindungsträger wäre man an eine gewisse Rohrdimensionierung gebunden. Durch die ebene angewinkelte sozusagen polygonal ausgestaltete Konkavität sind Rohre in einem gewissen Dimensionsbereich durch ein und dieselbe Prüfeinrichtung prüfbar.

Durch die vorliegende Erfindung wird generell der Einsatz der horizontalen Wechselfeldmagnetisierungsmethode in der elektrodynamischen Ultraschallprüfung bei einer rotierenden Prüfanlage verbessert. Die besonderen Anforderungen an die Prüfgeometrie sowie an die saubere Einbringung der einzelnen Felder, die dann in elektrodynamischer Weise Ultraschall erzeugen ist bei der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter und einfacher Weise gelöst.

Patentansprüche

1. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung für elektrisch leitfähige Prüflinge nach dem Prinzip der Wechselfeldmagnetisierung, mit mindestens einem an die Prüflingsoberfläche anzulegenden Prüfkopf, bestehend aus einem Elektromagnetsystem, über welches horizontal zur Prüflingsoberfläche ein in den Prüfling einbringbares alternierendes Magnetfeld erzeugbar ist, und einer Wandlerwindung zur Erzeugung und zum Empfang von Ultraschallwellen, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlerwindung (22) und das Magnetsystem (21) jedes Prüfkopfes bezüglich der Prüflingsoberfläche in vertikaler Richtung voneinander unabhängig und geführt bewegbar sind.

2. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Wandlerwindung (22) und Magnetsystem (21) über Federelemente an die Prüflingsoberfläche andrückbar sind.

3. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlerwindung (22) und das Magnetsystem (21) über eine die Fliehkraft ausnutzende Wippe an die Prüflingsoberfläche andrückbar sind, derart, daß sich mit zunehmender Rotationsgeschwindigkeit die Andrückkraft erhöht.

4. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach den Ansprüchen 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch des Magnetsystems (21) im Bereich der Polschuhe mit Kufen (25) versehen ist, die unter Federeinwirkung an die Prüflingsoberfläche andrückbar und stets in magnetisch leitender Verbindung mit dem übrigen Magnetjoch sind und in vertikaler Richtung vom übrigen Magnetjoch unabhängig bewegbar sind.

5. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Prüfköpfe (20) am Außenumfang des zu prüfenden Rohres (1) verteilt sind.

6. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Vorverstärker und Sendeelektronik mit dem jeweiligen Prüfkopf (20) mitrotierend sind.

7. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, daß Vorverstärker und Sendeelektronik über eine Schleifringanordnung mit elektrischen Anschlußleitungen verbindbar sind.

8. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Vorverstärker und Sendeelektronik in die Prüfköpfe (20) integriert sind.

9. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlerwindung (22) jeweils in einem Wandlerträger (23) angeordnet ist.

10. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wandlerwindungen (22) in einem aus mindestens zwei Prüflinealelementen (31, 32) zusammengefaßten Prüflineal angeordnet und in einem entsprechenden Wandlerträger untergebracht sind.

11. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandlerträger und die Polschuhe im Bereich der an der der Prüflingsoberfläche anliegenden Seite im Ein- und Auslaufbereich des zu prüfenden Rohres abgeschrägt sind.

12. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschrägungen mit Verschleißsohlen (34) zum beschädigungsfrei Ein- und Ausgleiten des zu prüfenden Rohres (1) versehen sind.

13. Elektrodynamische Ultraschallprüfeinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Prüflinealelemente (31, 32) an der dem zu prüfenden Rohr (1) anliegenden Seite bezogen auf den Querschnitt des Rohres derart polygonal konkav geformt ist, daß die beiden durch die Prüflinealelemente (31, 32) gebildeten Polygonzüge einen stumpfen Winkel (α) bilden.



7

DE 42 28 426 C1



8

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

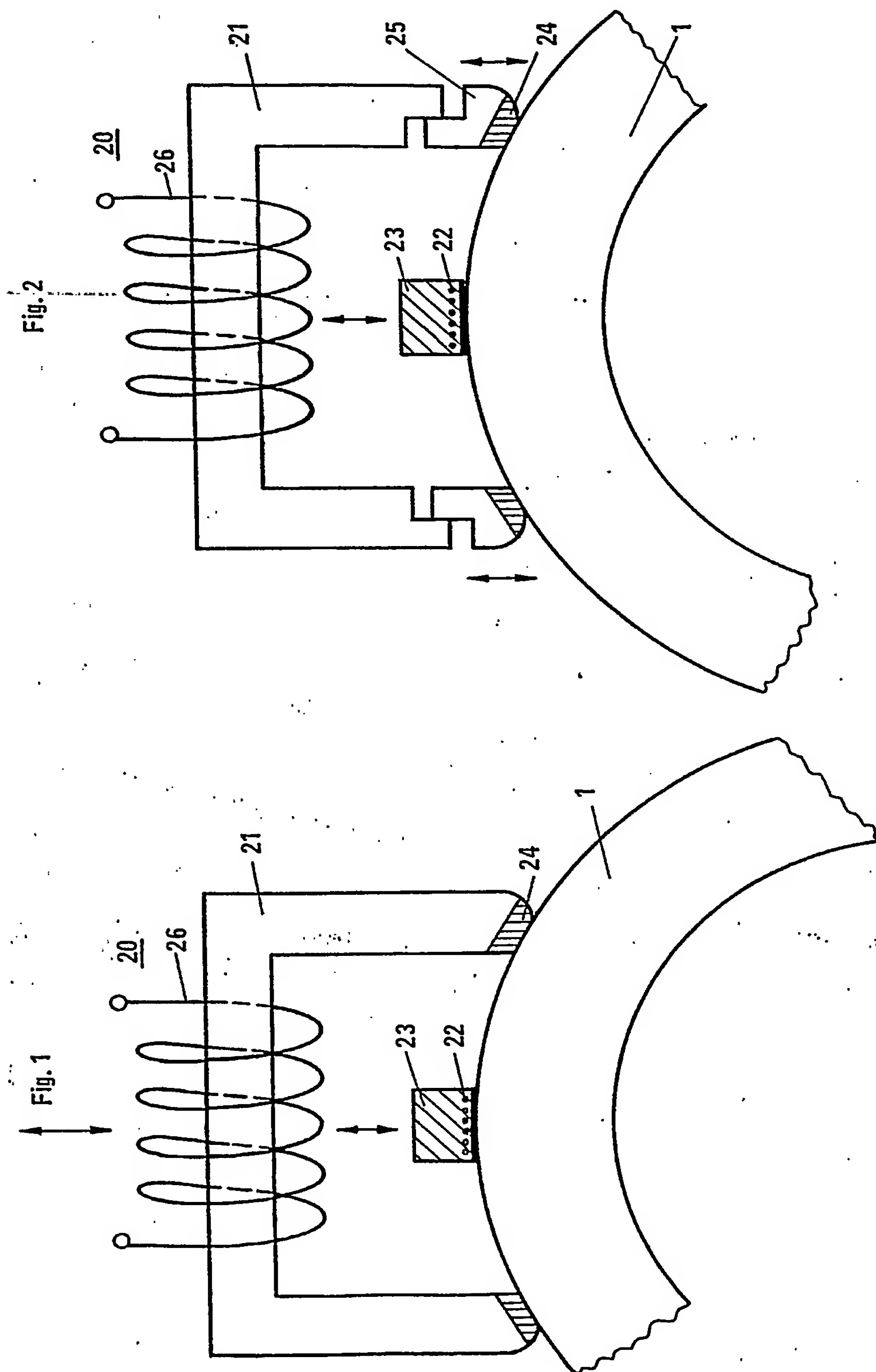
Nummer:

DE 42 28 426 C1

Int. Cl.⁵:

G 01 N 29/04

Veröffentlichungstag: 24. März 1994



408 112/225

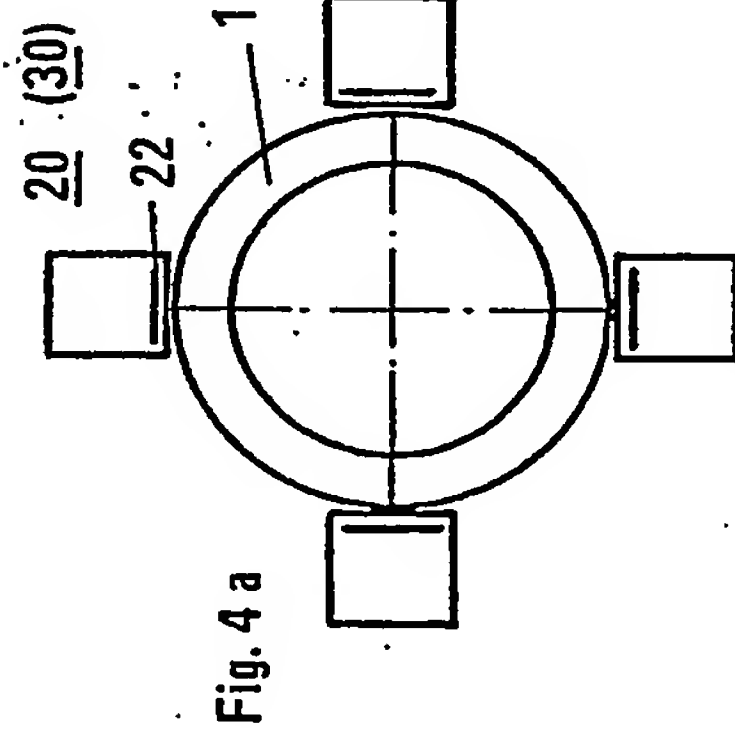
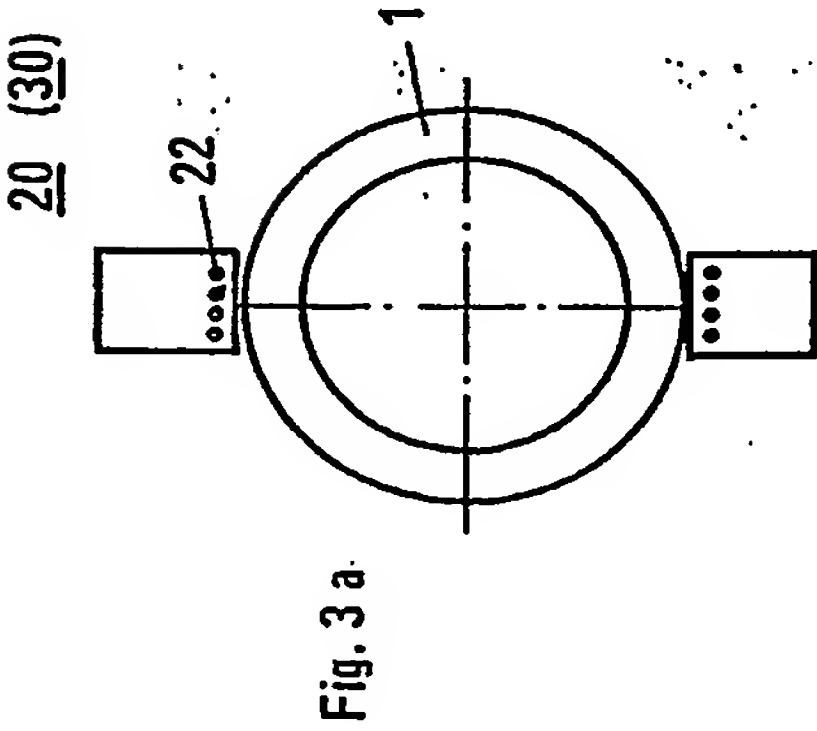
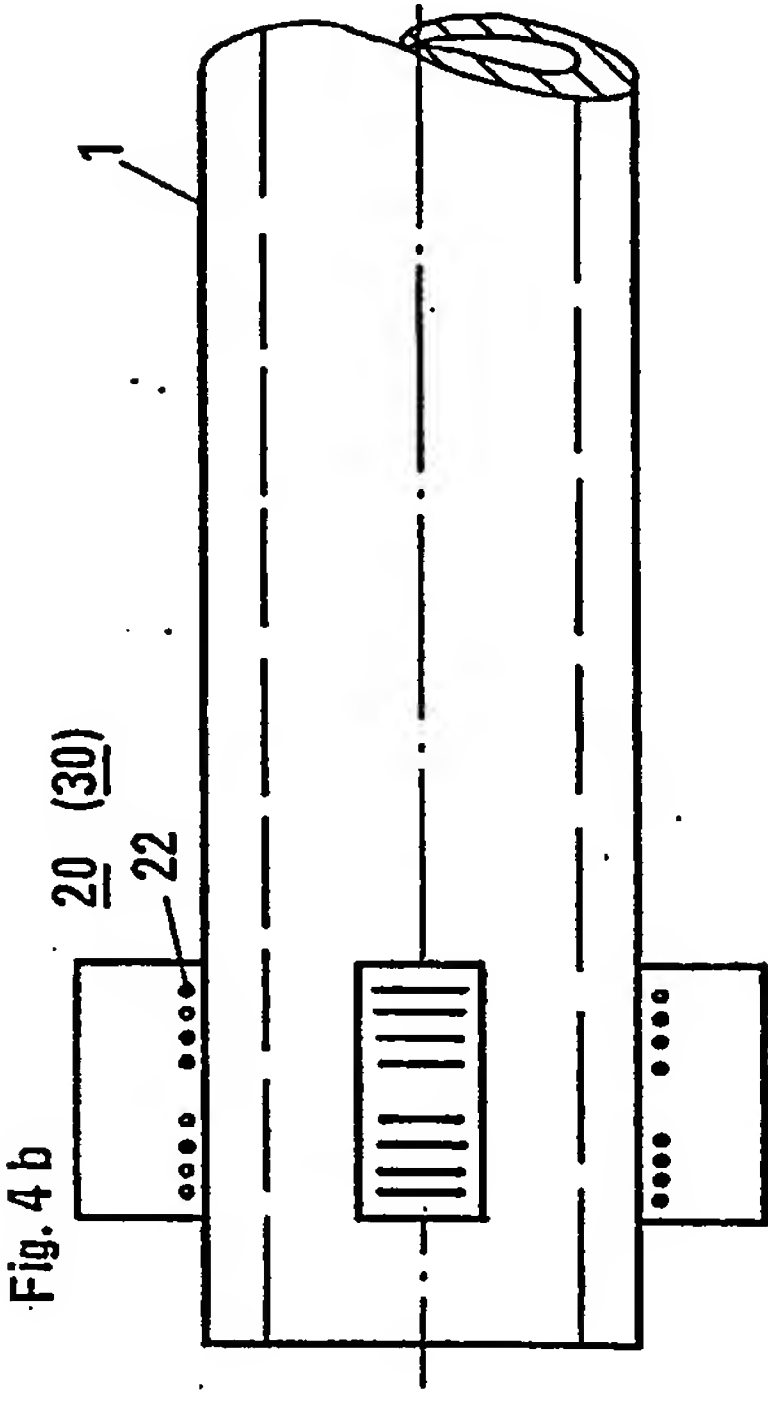
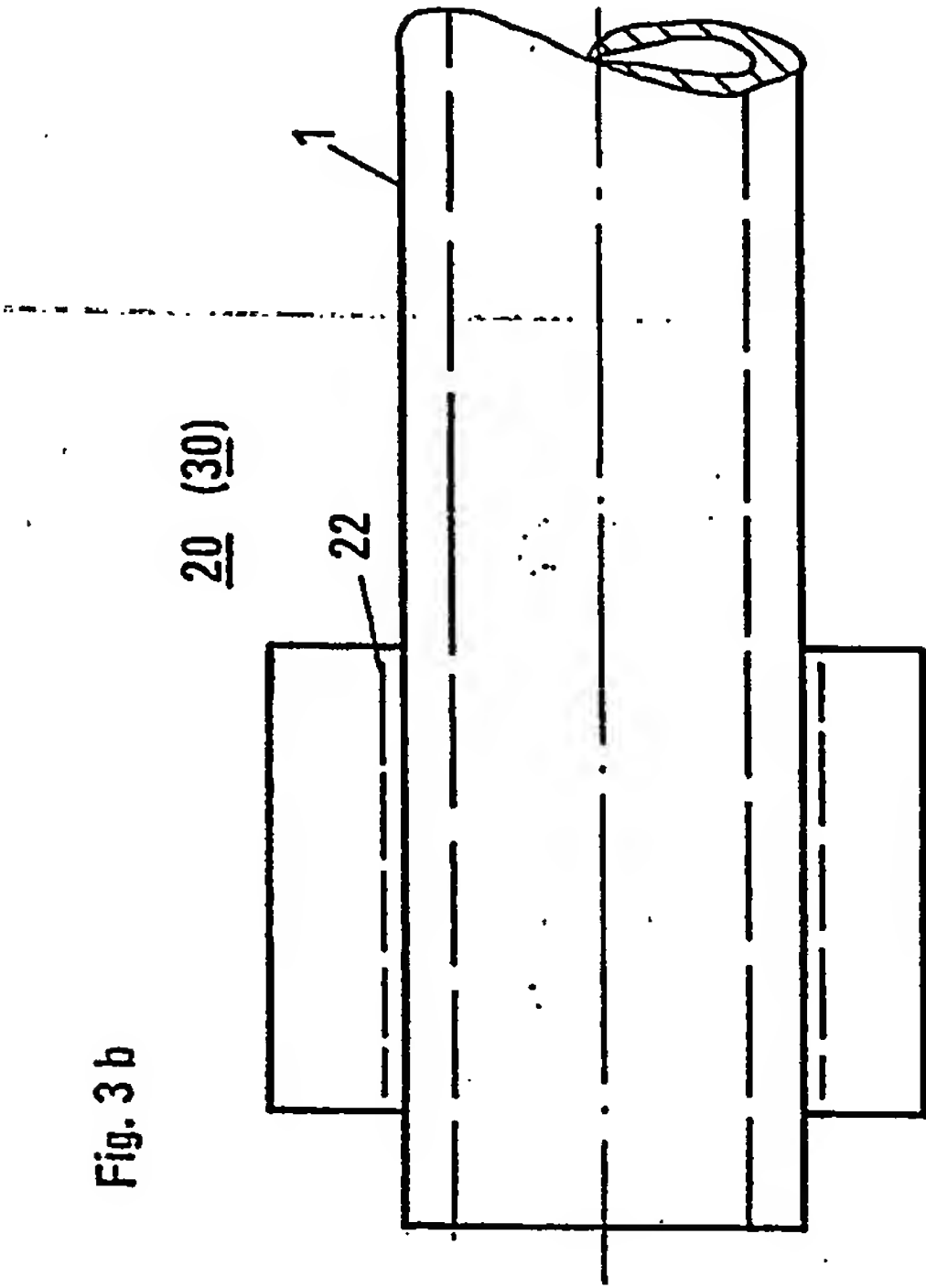
BEST AVAILABLE COPY

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer: DE 42 28 426 C1

Int. Cl.⁵: G 01 N 29/04

Veröffentlichungstag: 24. März 1994



ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer: DE 42 28 426 C1
Int. Cl.⁵: G 01 N 29/04
Veröffentlichungstag: 24. März 1994

Fig. 5 a

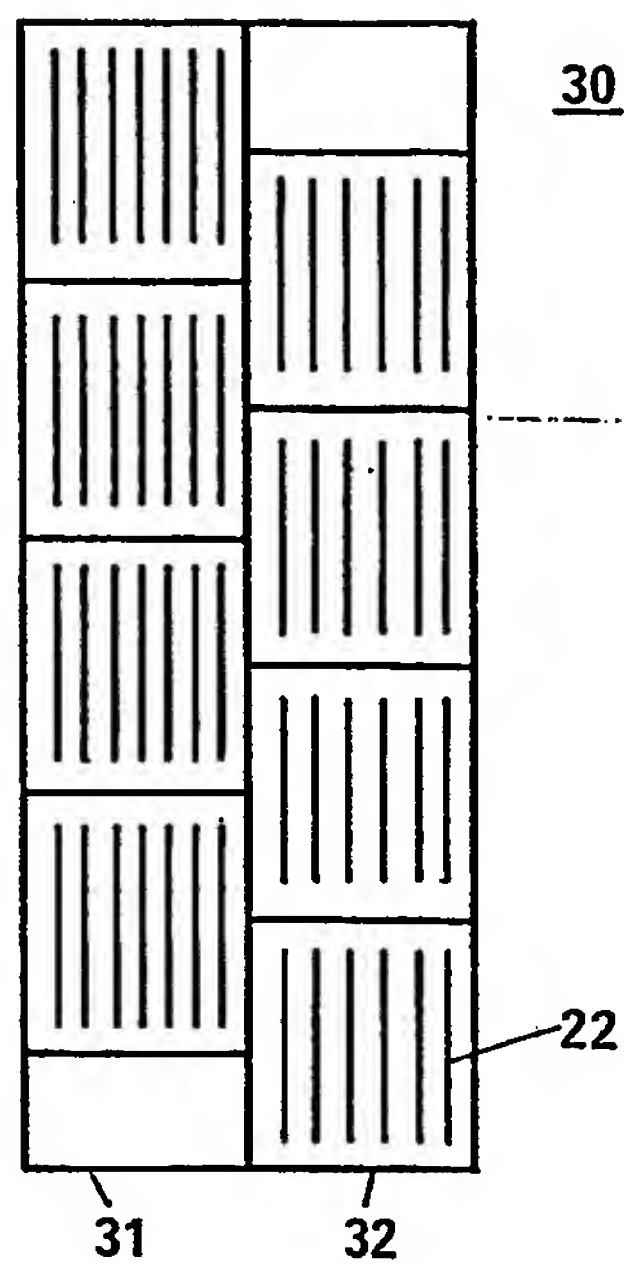
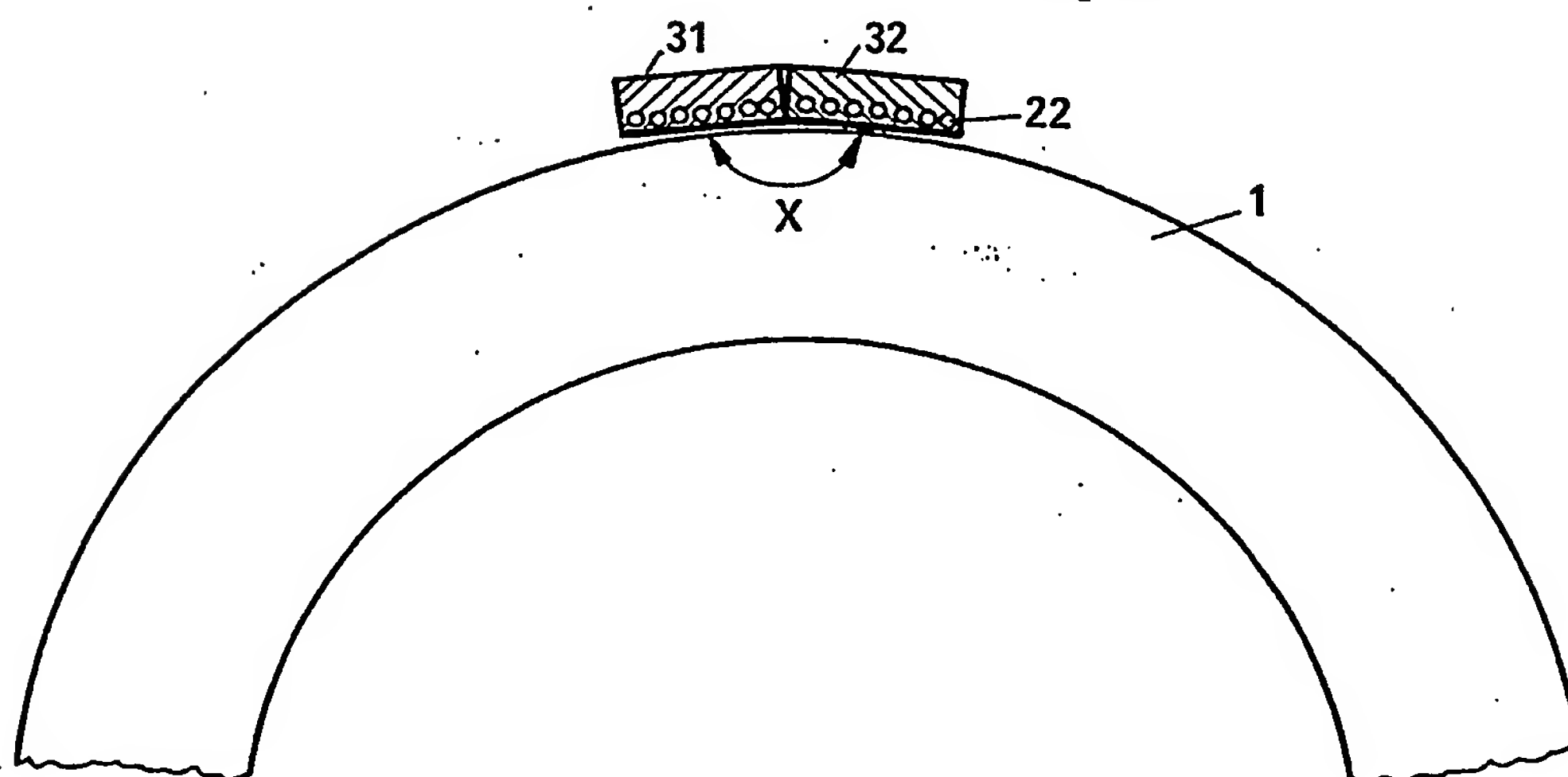


Fig. 5 b



408 112/225

BEST AVAILABLE COPY